Opusc. PA-I-613-

ANNIBALE PASTORE

Libero docente di Filosofia teoretica nella R. Università di Genova

MACCHINE LOGICHE

Conferenza Popolare

alla

Società di Letture e Conversazioni Scientifiche

IN GENOVA

48119/613

BIBLIOTECA DELLE FACOLTA' DI LETTERE E FILOSOFIA TORINO

82764

GENOVA

Tipografia Fratelli Carlini fu Gio. Batta

Via XX Settembre, 22

1906

MACCHINE LOGICHE

Benchè gli studî e gli sforzi dei filosofi, che cercano di illuminare le menti per richiamarle alle leggi supreme della ragione, non ricevano ancora troppo favorevole accoglienza in verun paese e tanto meno nel nostro dove la filosofia incontra assai più detrattori e nemici che studiosi e cultori; tuttavia è già ragione di non poco conforto il veder rese possibili, almeno nelle città più culte, alcune conferenze pubbliche sopra quegli argomenti filosofici che per l'addietro si rinchiudevano gelosamente nelle aule più severe delle Università.

So che compendiare alcuni de' risultati più importanti che si contendano, ai giorni nostri, il campo della filosofia benanco alla forte schiera delle persone culte le quali provano il bisogno di seguire (ovunque si manifestino) le fasi del pensiero contemporaneo è un'impresa piena di difficoltà e di ostacoli d'ogni maniera. Ed io sono troppo alieno dal presumere di non fallire più o meno all'intento mio ed alla pubblica aspettazione; e non perciò l'impresa cessa di essere un dovere ed un bisogno per chiunque abbia raccolto da studî coscienziosi il frutto d'una dottrina in cui creda riposta qualche verità vantaggiosa all'opera emancipatrice della filosofia.

Da cinquant'anni a questa parte il progresso degli studî filosofici è stato molto favorito dai progressi compiuti nel campo delle scienze esatte e sarebbe difficile calcolare in modo adeguato i servigi resi alla teoria logica, fra l'altre, dalle scienze matematiche e fisiche. Un aspetto caratteristico delle più recenti indagini logiche è la possibilità di studiare i fenomeni logici più astratti dal punto di vista sperimentale.

Giacchè le ricerche combinabili da questo punto di vista hanno bisogno di essere poste in piena luce e potrebbero, col tempo e col progresso degli studî, suggerire una moltitudine di problemi interessanti, io cercherò di chiarire le basi di questa teoria, spogliandola d'ogni apparato filosofico e riducendola nei termini della logica e del senso comune; traducendo in linguaggio popolare i principî ond'è mossa, i risultati ai quali è pervenuta e gli scopi ai quali è rivolta. almeno nell'animo dei suoi promotori.

Tale è lo scopo di questa mia conferenza (1).

Dividerò l'argomento in tre parti:

Nella prima svolgerò in forma popolare le premesse da cui si deduce la possibilità di costruire i modelli ideofisici.

Nella seconda, chiariti rapidamente i processi della logica simbolica in generale, farò la descrizione delle macchine logiche più elementari che servono da modello alle forme elementari della logica, vale a dire al concetto, al giudizio, al sillogismo e metterò in rilievo i risultati principali ottenuti

Nella terza darò un cenno delle conseguenze scientifiche e filosofiche più caratteristiche che si possono derivare.

I.

Si direbbe a tutta prima che la gran difficoltà della logica pura debba risiedere nella necessità di scoprire le leggi d'un ordine di fatti che si sottraggono completamente ai nostri organi di senso. Per tutto il corso della vita siamo così abituati a vivere tra e per le cose sensibili, senza imparare a conoscere la vera natura delle cose sentite, che siamo ben poco disposti a concedere che la mente nostra possa giungere a conoscere con esattezza quei fatti che escono fuori dell'ordine fisico.

Ritengo per fermo che moltissime persone, anche istruite, non posseggano una chiara idea di quel che sia la logica pura e debbano quindi restare grandemente maravigliate all'esposizione dei modelli ideofisici, delle macchine logiche e così via, appunto perchè noi siamo troppo disposti a credere che non abbiano luogo quei fatti i quali appunto non pare che abbiano luogo in un luogo assegnabile qualunque.

(1) Conferenza popolare fatta alla *Società di Letture e Conversazioni scientifiche* in Genova, il 10 Marzo 1906.

Ma è proprio vero che i fatti di cui si occupa la logica pura si sottraggano completamente ai nostri organi di senso?

Questa domanda ne involge un' altra.

Che cosa sono i fatti della logica formale?

Sono i fenomeni morfologici coi quali e nei quali si manifesta e si svolge la vita dell' umano pensato, (badate che non dico dell' umano pensiero), qualunque ne sia il contenuto psicologico concomitante; sono le forme geometriche pure in cui cristallizzano per dir così le varie nozioni che s' introducono nel nostro ragionamento.

Come, generalmente parlando, ciascun minerale, quando cristallizza, assume una forma particolare e costante la cui conoscenza basta soventemente a palesare la natura del minerale cristallizzato; così ciascun ente mentale, quando si concettualizza definitivamente in un pensato qualunque, assume certe forme tipiche particolari i cui caratteri il più delle volte si possono valutare in modo preciso ed anche esprimere con misure numeriche definite.

Trattasi ora di sapere se questi fatti o prodotti morfologici del pensiero che si riscontrano nella struttura dei concetti e nel processo del ragionamento procedano a caso ed a ventura, come eventi al tutto accidentali e fortuiti o invece a tenore di rapporti costanti determinabili se non sempre determinati; imperocchè fuori di questa ultima ipotesi la riduzione dei fatti logici a modelli meccanici esatti tornerebbe impossibile, e il concetto stesso d' una dottrina logica qualunque involgerebbe ripugnanza.

A tal riguardo io non posso credere che non si capisca immediatamente che l' esistenza di leggi logiche è la condizione necessaria per l' applicazione del metodo sperimentale allo studio dei fenomeni logici, come l' esistenza di leggi naturali è la condizione necessaria per l'applicazione del metodo sperimentale allo studio dei fenomeni della natura.

Ma esistono veramente queste logiche formali regolanti tutte le forme del pensato?

Tale è la questione preliminare dalla cui soluzione dipende tutto l' indirizzo di questo studio. Orbene e la ragione induttiva

e la deduzione astratta sono concordi nel riconoscere l' esistenza di queste leggi logiche come certa ed indubitabile.

Infatti, riflettendo al processo ascensivo che la natura segue regolarmente negli ordini della vita universale, nei quali ai gradi inferiori e rudimentali rispondono leggi assai semplici e generali e a mano a mano che gli organismi divengono più compiti e le funzioni più elevate, non vanno già cessando le leggi, ma anzi se ne manifestano altre ed altre via via più complesse e speciali, come mai e perchè dovremmo ammettere che la vita del pensiero umano debba la sua maggior perfezione al fatto che le forme inferiori sono determinate da un certo ordine di leggi, ed essa invece da nessuno?

Quando mai la mancanza delle leggi ha conferito un pregio qualunque ad un fenomeno qualunque dell' universo?

Un concetto simile non varrebbe certo un omaggio alla dignità delle spirito umano, le cui produzioni nella serie delle epoche scorse (le quali abbracciano un periodo grandemente bastevole a chiarire e risolvere il nostro problema) si sono verificate e ripetute con una regolarità tanto superiore agli arbitrî dell' individuo quanto alla sorprese della fortuna. Ma abbandoniamo anche questo argomento induttivo per quanto riceva piena conferma dalla ragione storica. E andiamo più oltre.

V' è un' altra serie d' argomenti e di metodi la quale parla ancora più chiaro, rendendo direttamente possibile alla ragione di tradurre quell' ipotesi in una teoria scientifica sostenuta da prove irrefragabili.

Perocchè, se è vero che gli enti logici in sè considerati non dimorano nella ragione dei sensi, fortunatamente noi possiamo in certo modo farli cadere in una regione che ne rende possibile l'esperienza; talchè il loro studio ci è reso possibile in più modi:

primo, collo studio comparativo del linguaggio e della scrittura in cui gli enti logici in certi casi si esprimono completamente;

secondo, collo studio analitico di certe corrispondenze (che ora non è il caso di chiarire) fra le proprietà degli enti logici

e le proprietà di certi enti geometrici, donde risulta che tanto i sistemi logici quanto quei sistemi geometrici si possono considerare come subsunti o compresi in un certo *concetto generico* le cui proprietà deducibili valgono così nella logica come nella geometria;

finalmente, collo studio dell' analogia fra i sistemi logici e certi sistemi meccanici, le cui proprietà saranno desunte fugacemente nel seguito.

Nel primo metodo sono la comparazione e l' analisi linguistica che ci aiutano positivamente a stabilire la teoria logica, sebbene non si possa dire, come afferma il Croce p. es., che tutto il lavoro infine si riduca a proiettare la forma del linguaggio nella forma del pensiero, giacchè anche per questa via i sussidî verbalistici sono oltrepassati rapidamente e le teorie formali derivanti non restano affatto falsificate dai caratteri accidentali ed estrinseci del linguaggio. Per le altre vie tanto meno si giustifica l' appunto del pregiudizio verbalistico. Ma, tralasciamo ogni questione pregiudiziale e scendiamo ai particolari della prima ricerca.

Riflettendo un poco vedremo che ad ogni ente logico astratto corrisponde o si può far corrispondere nel linguaggio e nella scrittura un segno (vocabolo fonico, termine grammaticale) ben determinato; quindi si capisce che è sempre possibile compiere l' analisi rigorosa degli enti logici, lavorando prima sui segni linguistici e grammaticali e poi risalendo da questi a quelli.

Dimostrerò in appresso, in modo più ampio, che questo procedimento di ricerca, *dai segni agli enti significati*, questa sostituzione del segno alla cosa e questo ragionamento sui segni invece che sulla cosa significata, mentre restano la maniera di investigare effettivamente esercitata quasi in ogni caso nel campo della scienza, ci condurrà necessariamente alla costruzione ed alla giustificazione delle macchine logiche che si impiegano con tanto vantaggio alla ricerca delle leggi del ragionare.

Studiamo frattanto con quale processo si possa giungere da questo punto di vista alla determinazione rigorosa di quei primi dati logici che ci permettono la messa in opera d' una macchina logica qualunque.

* * *

Gli uditori seguendo con attenzione lo sviluppo di questo edificio capiranno, agevolmente che cosa fa lo spirito nostro quando dà origine al più semplice nesso logico binario che è il giudizio espresso verbalmente dalla proposizione.

Per chiarire le nostre idee su questo argomento cominciamo a dichiarare che tutti i giudizî semplici sono sempre riducibili ad un tipo unico di costruzione. Ogni proposizione semplice è sempre la riunione di due termini mediante un verbo, che è detto copula per la sua funzione d' accoppiamento. Si accetti pertanto come un postulato fondamentale che in tutti i casi giudicativi noi ci troviamo sempre di fronte a due termini riuniti in un rapporto.

Cominciamo ora dai termini poi passeremo al rapporto.

Dal momento che ogni giudizio deve porre con esattezza qualche nozione innanzi all' altrui intelligenza si scorge che nessun giudizio può mai sussistere come forma significativa se i due suoi termini non sono considerati in una maniera ben definita.

Da ciò si comprende che tutti i concetti o termini del giudizio — qualunque sia il loro contenuto materiale — non possono mai entrare nei quadri del giudizio, senza ricevere un valore ben definito rispetto alla loro quantità. Questa operazione dicesi appunto *quantificazione* dei termini logici, e si effettua (quando ha luogo) mediante l' aggiunta di certi segni quantificativi (articoli, aggettivi ecc.) che indicano sempre con chiarezza i due punti di vista sotto cui sono considerati i concetti: punto di vista della classe (universale), punto di vista dell' individuo (particolare).

Per questo riguardo tutti i concetti suscettibili d' entrare in una relazione giudicativa, qualunque sia il loro contenuto materiale, sono disponibili in due categorie: concetti di classe o universali; concetti di individui o particolari.

Quanto alla relazione giudicativa l' analisi del linguaggio dimostra che la copula assume pure due valori ben definiti ed opposti da cui risulta ciò che si dice la qualità del giudizio.

Quest' operazione si effettua analogamente mediante l' aggiunta di certi segni qualificativi che indicano sempre con chia-

rezza i due punti di vista sotto cui è considerata la relazione giudicativa: punto di vista dell' affermazione, punto di vista della negazione e dicesi appunto *qualificazione* del giudizio.

In conclusione colla determinazione rigorosa di quattro valori (due quantificativi per i termini, due qualificativi per il rapporto) ogni giudizio risulta perfettamente spiegato dal punto di veduta della sua forma, vale a dire, astrazion fatta da qualsivoglia contenuto, o significazione materiale dei termini.

E così resta provato, almeno per questo primo e più semplice procedimento, che i fatti logici fondamentali sono suscettibili di una determinazione scientifica rigorosa.

Degli altri due procedimenti indicati, che non sono in alcun modo così ovvî e anzi al contrario molto remoti dalla pratica ordinaria, dirò poi a suo tempo quanto basti a mostrare come sia ampia la parte che spetta alla pura ragione nell' esame delle questioni scientifiche, e quanto dovrebbe esser implicita la nostra confidenza in quel potente e regolare sistema di norme e di metodi che costituiscono l' analisi delle scienze esatte.

Finalmente dal sin quì detto risulta che noi abbiamo distinto nei prodotti più modesti del pensiero ciò che si può dire nettamente la *forma* dalla *materia.*

Per materia s' intende il dato dell' esperienza sensibile, il il contenuto, gli elementi oggettivi, le note, gli individui, il *ciò* che viene pensato in una parola.

Per forma s' intende il modo in cui questo dato informe viene compreso dal pensiero e fissato nell'opera mentale che ne risulta.

Ciò che dicesi forma rivelasi così come l' orditura logica del pensiero, lo stampo, l' impalcatura delle note e degli elementi sensazionali.

Ancora s' impone la necessità di distinguere nettamente il *pensiero* dal *pensato.*

Il pensiero è l' attività mentale che concepisce. Il pensato è il prodotto, l' opera, l' atto, il pensiero concepito, il pensiero concetto, il concetto insomma. Il pensiero è la potenza formatrice, poetica. Il pensato o concetto è il fatto formato, l' opera

d'arte compiuta nel modo e nel mezzo che è naturale al pensiero agente.

Ora la logica formale non si occupa che di questo fatto o più esattamente di questi fatti morfologici, ne studia analiticamente i caratteri e le relazioni. Nel caso più semplice del concetto, cioè di quei prodotti che figurano come termini del giudizio, vede una struttura, un sistema architettonico, per dir così, di elementi.

Quindi afferma che il concetto è un complesso di note, una moltiplicità di elementi unificata in certa guisa, un organismo di note cioè di indici di relazioni; poi si eleva a studiare le relazioni costanti tra questi gruppi, cioè le leggi di questo processo ordinato; e poi... nulla più, perchè questa è la sola e la vera realtà logica di cui vogliamo occuparci.

Questo organismo di note soddisfa a due condizioni:

1. di *solidarietà (continuità, subordinazione,* ecc.) per cui tutte le note particolari si riattaccano fra loro e fanno una classe unica.

2. di *libertà (discontinuità, indipendenza,* ecc.) per cui tutti i particolari sono staccati fra loro e dal tutto.

È un curiosissimo gruppo di condizioni per cui si determina un sistema di organi tali che sono o possono essere riuniti o distinti, solidali o disimpegnati fra loro a piacimento.

Ma quale prova possediamo della validità di queste leggi logiche?

La prova della validità delle leggi logiche, potremo ripetere col Masci, sta tutta nell' uso necessario di esse, cioè nell' uso stesso del pensiero e nella dimostrazione (mediante questo uso) che è impossibile pensare altrimenti, cioè con altra legge e che perciò la legge logica è la necessità stessa dell' uso del pensiero.

Ora fermiamoci un poco quì.

II.

Siamo giunti ad un bivio.

Da una parte continua ardua e pericolosa la strada della logica tradizionale, la quale conduce alle mirabili costruzioni

teoriche del giudizio e del raziocinio in tutte le loro varietà più complicate.

Dall' altra s' apre una via nuova: la via della logica simbolica. Tre schiere di ricercatori s' inoltrano oramai per questa via.

La prima comprende i fautori della logica matematica o leibniziana.

La seconda i fautori della logica figurativa o euleriana.

La terza i promotori della logica tecnica.

Il principio fondamentale comune a tutte le varietà della logica simbolica è il seguente: contraddistingnere ogni ente logico interiore con un simbolo esteriore corrispondente. Così gli enti che si devono studiare vengono rappresentati in varie guise dallo studioso medesimo e diventano gli oggetti d' un' esperienza possibile.

La differenza specifica è questa.

La logica matematica, che si sente anche dire comunemente « logica algebrica » o « algebra della logica » o « logistica » semplicemente, sia che la si consideri alla stregua più generale della scuola inglese e tedesca come la scienza astratta della formalità logica trattata collo strumento della formalità matematica, sia che la si consideri alla stregua più particolare della scuola italiana del Peano come la scienza che tratta delle forme di ragionamento che si incontrano nelle varie teorie matematiche, riducendole a formule simili alle algebriche, si vale unicamente di simboli ideografici logici e matematici, ma resta sempre, più o meno, una matematica.

La logica figurativa o euleriana, che si potrebbe anche dire schematica, per rappresentare graficamente i concetti e le loro relazioni adopera largamente alcune figure geometriche, per l' ordinario, circoli, (proiezioni delle sfere nel piano), elissi, diagrammi schematici ecc. che, nei casi elementari, non mancano al requisito d' essere un discreto aiuto all' occhio dello studioso, ma nei casi appena un po' complicati falliscono completamente allo scopo. Inoltre lascia compiere dall' occhio le operazioni logiche occorrenti, non libera lo studioso dall' interpretazione verbale delle condizioni premesse e dei risultati e resta sempre, più o meno, uno schematismo descrittivo.

La logica tecnica per contro si vale di modelli meccanici i quali nei casi più interessanti lavorano da sè con una specie di lealtà e di previdenza logica che talora superano la sottigliezza del nostro ragionamento.

A questo riguardo merita d'essere rammentata una cosa importante.

Si possono costruire due tipi differenti di macchine logiche:

1. — macchine di ripetizione,
2. — macchine di controllo.

Le prime tornano a dire sotto forma meccanica quanto fu già detto sotto forma di ragionamento formale, rappresentano, traducono, traslatano le teorie logiche da una lingua in un'altra, riproducendo tutto esattissimamente. L'opera così trasportata può essere vera o falsa. Ciò non ha nulla da fare colla fedeltà della macchina ripetitiva.

Le seconde dimostrano se è vero il nostro ragionamento, sempre dal puro punto di vista della forma. Ad esse ricorriamo per accertarci con riscontro dell'autenticità o verità di una cosa, ed esse ce lo manifestano in modo da togliere ogni dubbio. Provano per via meccanica quanto si è già stabilito per via di ragionamento, stabilendo se le cose dette sono secondo verità o no; finalmente, nei casi più favorevoli, trovano fatti nuovi, scoprono di propria virtù conseguenze non ancora osservate, ci fanno ottenere prodotti imprevisti, moltiplicando in certa guisa i fatti noti fra loro.

Insomma: le prime lavorano secondo imagine e somiglianza intorno a *ciò che si è già detto,* e si riferiscono sempre a casi del passato. Le seconde lavorano secondo verità intorno a *ciò che si deve dire* e si riferiscono sempre a casi del passato e del presente, e nei casi più favorevoli lavorano eziandio secondo originalità intorno a *ciò che si può dire* riferendosi per tal guisa anche a casi del futuro.

Le macchine logiche finora conosciute appartengono esclusivamente al primo tipo. Sono macchine inglesi, americane, proposte segnatamente dal Jevons, dal Marquand, dal Venne da altri.

La macchina del Jevons è una specie di piccolo piano la cui tastiera comprende *21* tasti.

16 di essi rappresentano i termini (distinti in universali, particolari; positivi e negativi) che possono fungere da soggetto e da predicato.

Gli altri *5* sono tasti di operazione.

Uno (quello di mezzo) serve per la *copula.*

Altri due rappresentano le congiunzioni disgiuntive delle proposizioni.

Degli altri due, uno rappresenta il punto e si deve premere quando una proposizione è compiuta, l'altro (di scarico) quando si prema alla fine d'un argomento, serve a rimettere la macchina allo stato primitivo.

I tasti dei termini sono legati ad un *abecedario logico* o tavola di tutte le combinazioni possibili dei termini impliciti.

Per far agire la macchina basta premere successivamente i tasti nell'ordine indicato dalle lettere e dai segni d'una proposizione simbolica già stabilita. Allora appaiono sopra un quadrante tutte le combinazioni che sono d'accordo con le premesse, secondo le leggi del pensiero. Le combinazioni incompatibili con le premesse scompaiono dal quadro e non restano che le compatibili.

Questa macchina, come si vede, è come la realizzazione materiale del corpo intiero della logica per sostituzione. Essendo date certe premesse essa classifica, sceglie e rigetta la combinazione dei termini come lo farebbe uno spirito pensante. Però l'esattezza matematica dei risultati che essa dà non è una prova della verità del sistema che essa applica, come credeva che fosse il Jevons, ma solo un effetto della fedele rappresentazione dell'abecedario logico interpretato secondo una serie di operazioni già predeterminate.

Come ho già notato questa macchina appartiene esclusivamente al primo tipo, ed i suoi vantaggi si riducono solo alla dimostrazione delle ripetibilità o rappresentabilità meccanica di alcuni fatti logici conosciuti.

Si capisce quindi che le sue operazioni si compiano sempre

in guisa elegante e perfetta. Non v'ha dunque in essa che una curiosità e per nulla uno strumento nuovo di cui possa profittare l' analisi logica.

Ora consentitemi d' accennare ad alcune mie personali ricerche che furono pubblicate a suo tempo come saggio d' una teoria logica compiuta col sussidio di macchine logiche del 2.° tipo. Ma prima d' esaminare i mezzi pratici occorrenti per costruire un modello meccanico di fatti logici i quali come si vedrà a suo tempo sono estremamente modesti, vediamo brevemente gli argomenti teorici che giustificano la ragionevolezza del tentativo.

Tutte le ricerche che ci conducono al nostro scopo si riducono in fondo a due operazioni: una *traduzione* o rappresentazione materiale delle quantità logiche proposte ed uno *sperimento* nel vero senso della parola. Si capisce che una traduzione siffatta presuppone che siasi compiuta antecedentemente la determinazione esatta e rigorosa di quegli enti logici formali che si introducono nelle operazioni elementari del ragionamento. E confido che non avrete dimenticato che questo compito fu esaurito nella prima parte di questa conferenza. Ora aggiungerò che non si può tardare a riconoscere che tutti gli enti logici formali si possono dividere in due categorie:

1.° enti primitivi o indefiniti,

2.° enti derivati o definiti,

e si possono disporre in guisa tale da costituire un sistema gerarchico di trasformazioni deduttive analoghe a quelle dell' algebra, in cui alcuni elementi semplicissimi diversamente combinati bastino a produrre rigorosamente tutto il resto.

Supponiamo ora che l'analisi e la riduzione accennata siano state compiute esattamente, per modo che il campo logico sia stato depurato da ogni elemento materiale e ridotto a purissima formalità; supponiamo che tutti gli enti formali della logica siano divisi in due categorie distinte (enti primitivi ed enti derivati) e che si conoscano le leggi delle loro combinazioni.

Traduciamo in termini o enti fisici equivalenti tutti i termini o enti logici formali primitivi, in modo da ottenere una sostituzione chiara esatta e completa di ente ad ente.

Combiniamo tra loro questi enti fisici, rappresentativi degli enti logici, secondo le leggi indicate dalla logica pura. Si otterrà una costruzione o combinazione fisica materiale corrispondente alla costruzione o combinazione logica formale.

Questa costruzione fisica è ciò che io chiamo il modello fisico dei fatti logici, in una parola il *modello ideofisico.*

Ora l' importante è comprendere che lo spirito può lavorare con una facilità ed una sicurezza completa sopra questo modello ideofisico, il quale non è altro che un tentativo di equazione materiale dei fatti formali più o meno fedele ed equivalente ad essi; e che — avendo sostituito ai termini oscuri del modello formale i valori ben chiari e corrispondenti del modello materiale — noi possiamo sempre verificare, paragonandole fra loro, se le conseguenze naturali del modello fisico siano o no d' accordo colle conseguenze logiche del modello logico.

Abbiamo insomma trovato il modo di tradurre un sistema razionale astratto in un modello meccanico equivalente e in pari tempo scoperta la possibilità di sottoporre al metodo sperimentale le ricerche analitiche della logica formale, introducendo nella verificazione delle conseguenze logiche pure il controllo della funzione sperimentale del modello ideofisico. Tutta l' ideofisica è quì.

Molto grandi sono i vantaggi di dimostrazione e di ricerca offerti da questa rappresentazione ideofisica, quando la traduzione degli enti logici e delle loro proprietà nei simboli meccanici corrispondenti venga fatta in modo esatto e completo.

In questo ordine di idee si confrontano gli enti logici cogli enti fisici o corpi fisici sottoposti alle leggi della meccanica.

Allora le proprietà generali dei corpi fisici corrispondono alle proprietà generali dei corpi logici, e le macchine meccaniche esteriori corrispondono alle macchine logiche interiori quasi perfettamente.

Vi sono manifestamente fra le grandezze che si hanno a considerare nei modelli, le stesse relazioni che corrono fra le grandezze logiche.

Anzi, in realtà, parecchi termini logici e dei più notevoli

trovano quasi solo in questa analogia meccanica la loro giustificazione.

È estremamente interessante constatare a questo riguardo che le nozioni che si deducono dalla considerazione di questi modelli meccanici corrispondono proprio a qualche cosa di reale che sussiste indipendentemente dai modelli, i quali possono essere bene costruiti in modi infinitamente diversi ma sono sempre veri di fronte ad una legge o ad un sistema di leggi che in tutti i casi rimane sempre la stessa.

Analogamente alla logica pura questa logica simbolica dedotta dalla considerazione dei modelli fisici studia le leggi dei fenomeni logici nell' intento di poter prevedere quali fatti logici succederanno in date circostanze e di poter conoscere quali circostanze si devono attuare per ottenere certi fenomeni logici che si desiderano.

Passiamo ora alla descrizione meccanica dei primi modelli ideofisici del concetto.

Poichè la teoria del concetto ci avverte che i termini d'un concetto o gruppo generatore qualunque devono soddisfare necessariamente a queste due condizioni :

1.ª ad una condizione di *solidarietà* o di continuità, o di gerarchia o di subordinazione che dir si voglia consistente in ciò che tutti i termini quantitativi del sistema quando sono considerati come classe unica si riattaccano gli uni agli altri, e si diportano tutti a un modo indipendentemente dalle determinazioni particolari di ciascuno,

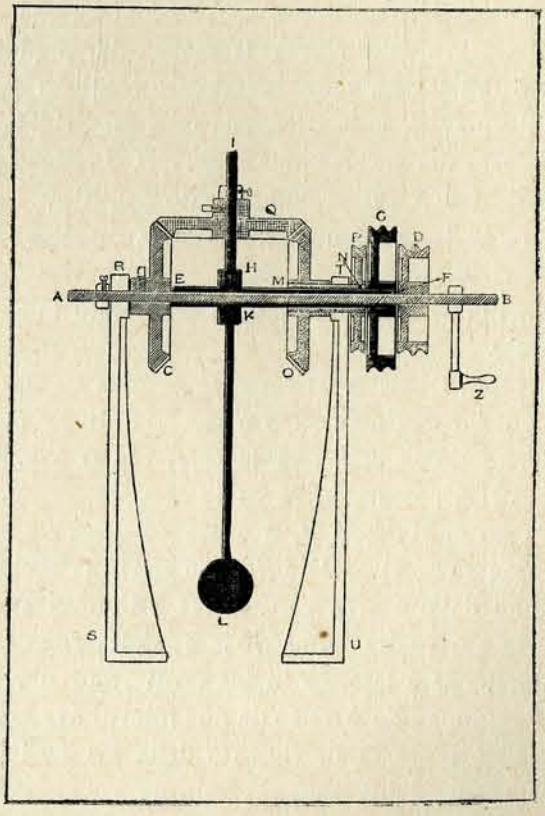
2.ª ad una condizione di *libertà* (o indipendenza) consistente in ciò che ogni termine particolare considerato in se stesso deve essere incompatibile tanto con gli altri quanto col sistema; è chiaro che si otterrà una soluzione soddisfacente del problema con un sistema di organi meccanici legati in guisa che il distacco o la riunione degli organi possano effettuarsi fra loro a piacimento.

Nel modello del concetto che vi presento ho voluto precisamente imitare i casi più complessi e comuni ai quali dà luogo la presenza di più particolari dentro un universale e in cui si

verificano le due condizioni di solidarietà e di libertà che furono dichiarate or ora.

Per la presenza simultanea dei particolari tutti fra loro differenti questo sistema rappresentativo ha ricevuto il nome di *modello differenziale.*

Vi sono nell' apparecchio differenziale tre ruote coniche dentate o pignoni collegati ad angolo retto fra loro. Ognuna di esse rappresenta *un particolare di un universale.* Questo universale è rappresentato a sua volta da una quarta ruota ridotta a



manicotto, portante due sbarre normali all' asse e poste l' una sul prolungamento dell' altra, la quale comanda a tutto il sistema. La disposizione schematica che ricorda l' ingranaggio differenziale

del Maxwell e sopratutto i varî modelli fisici impiegati dal Garbasso per illustrare il fatto delle teorie meccanicamente equivalenti, le leggi teoriche per la scarica di condensatori e numerosi fenomeni elettromagnetici, si ricava immediatamente dalla grande tavola colorata che vedete appesa alla parete (1).

Sopra l' asse orizzontale A B sono infilati il pignone C e la carrucola D; questa carrucola D è fissata in posizione invariabile sull' asse A B, il pignone C può venire fissato o reso libero sull' asse, mediante una vita di pressione.

Quest' organo A B, C D è colorato in rosso nel modello murale.

Sopra il tratto dell' albero A B che va dal pignone C alla carrucola D è infilato un lungo manicotto o albero cavo E F portante sull' estremità F la carrucola G fissata rigidamente in esso, e nel centro del sistema due sbarre H I, K L normali all' asse e poste l' una sul prolungamento dell' altra.

La sbarra K L porta una grossa sfera di ottone in L per equilibrare il sistema.

Quest' organo E F, G, H I, K L è colorato in azzurro nel modello murale.

Ancora sopra l' asse A B e nel tratto che va da K ad F è infilato un più corto manicotto o secondo albero cavo M N che porta alle sue due estremità la carrucola O e la ruota conica P fissate rigidamente in M ed in N.

Questo organo M N, O P, è tinto in giallo nel modello murale. Le due ruote C e P ingranano con una terza ruota Q che è sostenuta dalla sbarra verticale H I intorno a cui può girare liberamente o venire fermata con apposita vite di pressione.

Quest'organo Q è lasciato in bianco nel modello murale.

Tutto l' ingranaggio è retto da due robusti sostegni di ghisa R S, T U; ed è posto in movimento dalla manovella Z.

In conclusione: l' ingranaggio centrale è un sistema di tre pignoni ad angolo retto, rotante intorno a due assi normali l' uno all' altro ed equilibrato dal peso L, come si vede direttamente nella macchina completa che vi presento.

(1) La figura rappresenta una sezione dell'apparecchio in discorso.

La sua proprietà caratteristica è l'*innesto* per cui i due alberi normali l'uno all'altro possono venire vincolati o svincolati meccanicamente come e quando si vuole.

Vediamo ora rapidamente come funzioni il modello in accordo col principio fondamentale della logica. Se io fisso il pignone C lascio libero il pignone Q e faccio girare la manovella Z, il pignone C gira nel senso della manovella; il pignone P gira in senso contrario; il pignone Q interferendo tra C e P comunica il moto da quello a questo e gira in un suo modo particolare; l'asse verticale I L resta fermo. Ciò vale a rappresentare che un concetto può essere preso in una parte della sua estensione o in una nota della sua comprensione senza che sia preso in universale; vale a dire ciò che è vero per un incluso non è sempre vero per l'includente, ciò che vale in particolare non vale in universale.

Se io fisso Q e faccio girare Z, l'asse verticale I L girando nel senso della manovella intorno ad A B trascina con sè nel suo moto tutti i due pignoni verticali e li fa girare nel senso della manovella; e ciò vale a rappresentare che quando un concetto è preso distributivamente cioè in tutta la sua estensione o comprensione tutti i suoi individui e tutte le sue note vengono prese implicitamente con esso in conformità del principio che è di somma importanza per la logica: la parte è subordinata al tutto, vale a dire ciò che vale in universale vale anche in particolare.

Veramente alla rappresentazione completa del modello del concetto non occorrono le tre carrucole D G O; esse formano soltanto un dispositivo accessorio che permette di tradurre in modo più esplicito i valori delle tre ruote C, I L, P legate in guisa troppo implicita nell'ingranaggio differenziale.

Così la rappresentazione grafica di questi rapporti può venire riprodotta e schematizzata con grande facilità sopra di un foglio, inoltre la struttura delle carrucole serve alla concatenazione di tutti i rapporti che possono intercedere tra concetto e concetto, offrendoci campo sufficiente a tutte le considerazioni, le applicazioni e le ricerche che si possono fare in conseguenza.

Vi è luogo dunque a ritenere che questi due apparecchi: l'ingranaggio differenziale e il sistema delle carrucole, siano due modelli equivalenti dei medesimi fenomeni logici. Ognuno di essi può prendersi come rappresentazione dell'altro.

Non ho tempo ora di dimostrarvi la completa analogia di costituzione fra il concetto logico e il modello differenziale; per gli scopi della nostra rapidissima informazione mi limito a dichiarare che la descrizione meccanica del modello ideofisico differenziale diventa propriamente la descrizione logica del concetto.

Passiamo ora alla teoria del giudizio.

Per semplificare e precisare le idee, non considero che il caso delle relazioni qualitative a due termini variabili quantitativamente secondo quei quattro valori che furono indicati a suo tempo, discorrendo dell'analisi del giudizio.

Avendo il verbo, per cui si esprime sempre la relazione tra idea ed idea nel discorso, una natura essenzialmente funzionale, trovare un modello ideofisico della relazione tra idea ed idea equivarrà a trovare in che modo si può stabilire una comunicazione di forza tra una serie di ruote successive.

Ora si sa che si possono fare meccanicamente le comunicazioni richieste in due modi diversi ma equivalenti, o adoperando una serie di ruote munite alla loro periferia di denti i quali si incastrino fra loro in modo conveniente, o congiungendo insieme le ruote per mezzo di cingoli senza fine. Questa convenzione ultima fu appunto adottata per tutti i modelli ideofisici che si descriveranno qui. E così, uguagliando la relazione affermativa al caso delle ruote giranti nello stesso senso, e la relazione negativa al caso delle ruote giranti in senso opposto, potremo indicare coll'unico modello della rotazione dei corpi fisici il doppio carattere affermativo e negativo dei corpi logici.

Le macchine ideofisiche del giudizio si ottengono pertanto con tutta facilità con una coppia di modelli differenziali del concetto, che abbiano fra loro legate le loro carrucole con cingoli senza fine, paralleli nel caso affermativo, incrociati nel caso negativo, tenendo debito conto della quantificazione e della qualificazione che sono richieste nei singoli casi.

Gli esempî che traccio ora schematicamente sulla lavagna e riproduco meccanicamente sul modello che vi sta davanti illustreranno pienamente la cosa (1).

Per ottenere un modello meccanico del sillogismo mediato, pel caso più semplice del sillogismo tradizionale aristotelico, non abbiamo che da disporre tre macchine semplici del concetto ai tre vertici d' un triangolo qualunque, legandole opportunamente fra loro mediante tre cinghie senza fine disposte sul sistema delle tre carrucole concentriche.

Dalle relazioni derivanti dai tre concetti, soggetto, termine medio, e predicato, risulteranno tre giudizi, i due primi rappresenteranno le due premesse (maggiore e minore) l' ultimo la conclusione del sillogismo.

La macchina si carica disponendo le cinghie sopra le carrucole secondo le condizioni quantitative e qualitative che si richiedono dalle premesse e si mette in funzione per mezzo di una manovella che s' infila nell' asse di ogni ingranaggio, designando volta a volta il soggetto d' ogni giudizio. Come vedete, la conclusione è imposta meccanicamente dalle premesse.

Questo modello soddisfa in modo assai semplice ed evidente a tutte le condizioni richieste dalla materia e dalla forma del sillogismo, presentando i tre termini, i tre giudizî, la loro mutua dipendenza, la funzione delicatissima del termine medio; tutte le 8 regole del sillogismo, le 4 figure, i 256 modi tra legittimi ed illegittimi del sillogismo, e tutte l' altre forme derivate dal raziocinio, dal polisillogismo al sorite; in una parola esso non solo rappresenta ma controlla e anzi rettifica in molti punti importantissimi tutti i principî fondamentali che regolano la teoria classica dei raziocinio e si riducono, in ultima analisi ad un caso particolare della teoria generale dell'eliminazione e della sostituzione, conforme alle condizioni qualitative e quantitative imposte dal problema di Boole.

(1) Per brevità, gli esempî e le illustrazioni ulteriori del modello vengono quì soppressi. I lettori, per maggiori schiarimenti, possono ricorrere al volume: « *Logica formale dedotta dalla considerazione di modelli meccanici.* Con 17 figure ed 8 tavole fuori testo. Ed. Bocca, Torino, 1906 ».

* * *

Dal complesso di queste descrizioni e di questi risultati deducibili coll' esatto funzionamento dei modelli proposti, dovrebbe emergere fuor di dubbio che il primo tipo di macchine logiche, voglio dire il tipo delle macchine di ripetizione semplice, fu superato definitivamente.

È vero che il controllo delle leggi logiche elementari che forma l' oggetto delle macchine del secondo tipo e si ottiene colla messa in opera dei modelli differenziali descritti, presenta ancora grandi difficoltà, perchè spesso azioni secondarie mascherano i fenomeni principali. Conviene allora cominciare coll' osservazione dei fenomeni più semplici, guardare cioè se l' ufficio di ripetizione o di primo tipo sia almeno compiuto con esattezza.

Si potrà poi procedere all' esame dei fenomeni del secondo tipo di non dubbia interpretazione e facilmente accessibili, per verificare se e come l'ufficio di controllo venga esercitato dal modello. Finalmente, di mano in mano che si penetra nell'essenza dei fenomeni, si potrà estendere le ricerche ai fatti più complessi per indagare se e come il modello escogitato offra qualche vantaggio imprevisto, corrispondente all' ufficio euristico che si ottiene nei casi più favorevoli. L'ufficio teorico delle due prime classi di fenomeni è utilissimo per chi voglia occuparsi della revisione scientifica dei principî logici, mentre quello della terza classe portandoci alla scoperta di fatti nuovi ci fa penetrare direttamente nella natura dei legami esistenti fra la logica e la meccanica.

È facile inoltre capire che le deduzioni del secondo tipo saranno sempre tanto corrispondenti alla realtà, quanto lo sono i loro principî fondamentali.

Le applicazioni loro poi si fanno introducendo qualche modificazione sull'andamento del fenomeno da studiare, vale a dire qualche ipotesi, spesso giustificata dall' esperienza, sulla natura di esso, allora l' esattezza delle deduzioni dipenderà evidentemente da quella dell' ipotesi introdotta.

Così le deduzioni più brillanti ottenute col modello sillogistico del secondo tipo furono rese possibili solo in seguito al tentativo di sviluppare sistematicamente tutta la logica sillogistica operando con modelli meccanici, tenuto calcolo delle conclusioni che vengono imposte di necessità allorchè si introducono certe modificazioni nelle premesse.

Analogamente i fatti nuovi che rendono tanto preziosi i servizî delle macchine del secondo tipo sono stati suggeriti dalla considerazione che, assicurate da un lato la ripetizione e la verificazione d' un certo numero di fenomeni ben conosciuti, si presentavano dall' altro certi altri fenomeni costanti, i quali interpretati a dovere misero appunto in luce certi fatti che per l' addietro erano lasciati nell' ombra.

Valga per tutti il caso della dimostrazione della *possibilità di concludere affermativamente da due premesse negative*, contro l' espresso divieto della regola VI della logica tradizionale, la quale stabilisce che da due premesse negative non si può trarre nessuna conclusione.

Da questa dimostrazione lampante (che io non posso evidentemente propormi di sviluppare ora e quì) discende tutta una retticazione del concetto della negazione logica, quindi dell' ufficio della copula giudicativa e in generale la necessità di spostare la concezione delle leggi fondamentali della logica classica. Ciò posto, posso io lusingarmi d' aver giustificato abbastanza non solo la possibilità ma l' utilità della logica tecnica in tutta la varietà dei modelli ideofisici ripetitivi verificativi ed inventivi che furono dichiarati antecedentemente?

III.

Io comprendo bene, o Signori, che allo stato attuale delle nostre conoscenze, tutta una folla di problemi logici verrà a farvi ressa da ogni banda, mentre io non posso ora soddisfare alle vostre legittime esigenze.

Frattanto per arrivare con maggiore sicurezza alla modestissima meta che mi sono prefisso non dimenticate di notare che le due questioni proposte in principio di questa conferenza mi sembrano risolte.

Dovevamo illustrare, in primo luogo, la realtà e la natura dei fatti della logica formale. Per giungere a questa conclusione era necessario assicurare l'esistenza delle leggi logiche formali e dimostrare la possibilità della determinazione rigorosa dei primi enti logici necessarî alla costruzione simbolica dei modelli ideofisici. Ed abbiamo provata la prima e dimostrata la seconda in maniera, mi sembra, abbastanza chiara e precisa.

In secondo luogo dovevamo descrivere rapidamente alcuni tipi di macchine logiche che servono da modello alle forme elementari della logica formale. E l'abbiamo fatto.

Vogliamo ora dare un'occhiata fugacissima ai risultati ottenuti ed alle conseguenze logiche e filosofiche che si possono derivare da questo nuovo ordine di idee?

Molte volte il senso di certe cose si capisce meglio alla fine che in principio.

Tanto più che, nel sentire alludere a questi argomenti astratti, a queste, per così dire, eleganti finzioni d'un'imaginazione meccanica nelle quali ci siamo dilettati così lungamente, molti avranno già proposto con impazienza la questione: Ma a che cosa è utile tutto ciò?

Ora è vero che io vi potrei pregare di riflettere che è questa una domanda alla quale naturalmente non si potrà rispondere se non quando l'oppositore determinerà la classe di argomenti a cui si vuol estendere il carattere di utilità.

Ma siccome l'affermare che simili materie di contemplazione astratta (lasciando ben da parte il senso e i risultati stessi delle mie ricerche da cui le dottrine in questione non devono venire compromesse) sono fra le più utili e le più belle che onorano lo spirito umano è cosa che dipende dal gusto scientifico, la giustezza del quale non può essere riconosciuta se non dal convincimento di coloro che faranno gli studî necessarî per mettersi in grado di giudicare, così vorrei condurre oggi il vostro pensiero ad acquistare una giusta idea dell'importanza di coteste ricerche, accennando all'intima connessione che intercede fra queste e le altre parti del sapere.

Non ragionarvi soltanto della necessità di studiare oltre alla

vita ed alla voce delle cose fuggevoli ciò che s' intravede quasi eterno nella misura del tempo e sembra riflettere la grande musica delle idee *sub specie aeternitatis,* come avrebbe detto Spinoza.

Non proclamarvi soltanto che la sorgente del progresso scientifico verrebbe ad inaridirsi d' un tratto se uno spirito conoscitivo rivolto esclusivamente alla scoperta de' beni di prossima utilità riuscisse a dominare la nostra generazione già troppo preoccupata di ciò che può essere immediatamente godibile.

Se dubitammo dell' utilità della logica formalistica quando nell' imperversare della scolastica medievale tutto il valore dei suoi principî ci pareva infirmato da formule ontologiche metafisiche artificiose, incapaci di staccarsi dalla più ingrata aridità, incapaci di oltrepassare il più ridicolo vaniloquio; il carattere sperimentale della logica tecnica ci terrà praticamente lontani dalla voluttà delle costruzioni arbitrarie e aprendoci una sicura e larga visione dei problemi scientifici ci insegnerà quel che sia lecito e possibile sperare.

Il che però non avverrà mai per coloro i quali fossero ancora disposti a ritenere che le nostre macchine logiche riproducono coi loro ingranaggi ciò che si dice metaforicamente nella conversazione ordinaria il *meccanismo delle idee;* mentre tra il sistema mentale e gli infiniti sistemi meccanici soddisfacenti non passa che una corrispondenza di leggi. Nè tanto meno sarebbe ragionevole ritenere che le nostre son macchine taumaturgiche capaci di far ragionare a macchina coloro che non sono capaci di ragionare.

Io non so ciò che ci riserba l' avvenire; la scienza logica penetrerà forse in vie che noi non possiamo prevedere; ma è ragionevole sperare che gli studî dei principî che occupano oggi tanto posto e vanno destando un così vivo interesse per le profonde riferenze che presentano con gli altri rami del sapere riguardati un tempo come remotissimi fra loro e segnatamente colle scienze fisico-matematiche finiranno a qualche risultato importante.

Senza dubbio le rappresentazioni meccaniche dei fenomeni logici sono ancora molto grossolane e questi primi modelli ideo-

fisici faranno forse sorridere i filosofi latini poco abituati a simili concezioni.

Ma conviene leggere fra le linee e non attribuire a questi simboli grossolani più valore cho essi non comportino. Essi non sono che aiuti e strumenti transitorî di investigazione scientifica.

Noi abbiamo ancora troppo male a pensare la logica formale in modelli ideofisici ed anche nei casi più fortunati la fisica non è oggi che un eccitante per la logica formale; ma questo ricorso tecnico potrà essere agevole e fecondo fra qualche dozzina d'anni e, forse, potrà rigenerare la logica deduttiva rinnovellandone il metodo quasi dalle fondamenta.

Perchè io sento oramai che ogni studio di logica pura e il muoversi vago e concitato dello spirito verso un principio di metodo superiore che unifichi l' esperienza e la teoria e diriga non solo la visione della natura fisica ma anche il procedimento di quelle scienze che sono fatte più col ragionamento che colla osservazione diretta e nelle quali accade di dover valutare deduttivamente l' efficacia dei fenomeni intellettuali, deve per necessità salutare esser cimentato alla stregua dei metodi più sicuramente accreditati da quelle scienze che sono il centro e l' anima del secolo.

Non nelle pure riflessioni degli spiriti analitici, non nelle ricerche limitate alla nuda esperienza, sia principalmente il significato e la grandezza della scienza.

La vita della scienza sta nella crescente rivelazione dell' intimo nesso che corre tra l' esperienza e la teoria, onde gli studiosi si fanno sempre più persuasi della necessità di coordinare insieme le ricerche analitiche e le ricerche pratiche.

In questa via pertanto deve inoltrarsi la logica nuova, superando l' eccessiva diffidenza che inspirano a tutta prima i modelli ideofisici, superando in seguito l' eccessiva confidenza che vi potrebbe riporre, riconoscendo da ultimo che le equazioni a cui conducono le infinite teorie hanno un significato ben più largo e più profondo che le ipotesi da cui si sono ricavate. E così, o Signori, si giungerà alla determinazione delle equazioni fondamentali della logica pura. Bisognerà allora vedere se tra queste

equazioni logiche e le equazioni fisiche che saranno già state raccolte per altra via passi o non passi una corrispondenza costante. Allora si potrà attaccare la questione delle differenze specifiche fra le leggi del pensato e le leggi della natura, in cui si radunano poi le due supreme questioni: intendo la questione del mondo fisico e la questione del mondo logico, e si potrà cercar di vedere quanta parte di verità si racchiuda nel sublime sogno di Spinoza: *Ordo ac connexio rerum idem est ac ordo et connexio idearum.*

Intendiamoci, però. Il parlare dell' avvenire d' una scienza, quando le ricerche scientifiche delle quali si ragiona sono ancora allo stato quasi embrionale, potrà parere a molti un ingenuo anacronismo.

Lo so. Ma io non posso trattenermi dal sognare che un giorno le singole teorie della logica e della fisica saranno forse raccolte in un unico edificio in cui si riconoscerà, come preludio ad una investigazione più profonda dell' universo, che la logica è niente altro che la fisica dello spirito come la fisica è niente altro che la logica della natura.

È un sogno cotesto? Sì, lo ripeto, per ora non è che un sogno; ed io non pretendo neppure di capirlo adeguatamente. Per capire del tutto queste cose bisogna avere un' anima colossale.

Bisogna aver oltrepassato lo stadio troppo sterile e monolineare in cui giace ancora la nostra logica, smaniosa solo di comprendere al minuto una cosa fuori dell'altra; bisogna essere inclinati a non perdere di vista la contestura e la seguenza dei fatti e delle leggi; bisogna, accogliendo e concentrando nel foco della nostra mente l' universale irraggiamento della realtà, contemplare l' universo della natura e della scienza con quell'occhio supremo senza cui anche le più grandiose magnificenze sono ridotte a frantumi di mosaico.

Alcuni sublimi spiriti introversi, famigliari coi più riposti tesori della filosofia, hanno posseduto certo, in misura straordinaria lo spirito dell' indiano Visnù il quale dice da tanti secoli e quasi invano: « *Io sono lo stesso per tutta la natura, Io sono lo stesso per tutta l' umanità* ».

Ma finora noi siamo soltanto come Saadi il quale nella sua visione si proponeva di riempire il suo grembo di fiori celesti per farne un regalo a' suoi amici, ma la fragranza delle rose lo inebriò tanto che la falda gli sfuggì dalle mani.

E tutto il nostro merito maggiore, forse, non consiste in altro che nel sapere quanto divario corra tra l'entusiasmo e il valore del sogno e l'entusiasmo e il valore della verità.

* * *

Ed ora nel prendere commiato da voi, o Signori, pensando che, malgrado l'aridità della materia, malgrado l'insufficienza della mia esposizione, anche in mezzo all'avvicendarsi di tante cure più urgenti, di tanti svaghi e diporti che rendono così intensa la vita e così ameno il soggiorno in questa superba città, voi avete pur voluto concedere un'ora d'attenzione al racconto d'una proposta di logica che occupa presentemente il campo della filosofia, mostrando così di ben comprendere l'intimo nesso che lega insieme il progresso spirituale delle idee col progresso materiale dei fatti, lasciate che, tanto per me quanto più ancora per tutti i cultori della filosofia, io ve ne esprima, la più profonda e più sincera gratitudine.

ANNIBALE PASTORE.